律管研究

陈正生（上海艺术研究所，上海 200031）

[摘　要] 律管的吹奏，在小气候不变的情况下能获得稳定的绝对音高，以律来统一音乐活动的绝对音高，乃是中国古代的发明。但围绕律管的研究，至今存在着不少令人困扰的问题。如今以频率表示绝对音高以后，律管的研究便不再具有现实的应用意义，但它对古代音乐史研究，以及对笛类乐器的制作研究，仍然有着不可或缺的意义。

[关键词] 钟律；管律；笛律；开管；闭管；同径；异径；频率公式

[中图分类号] J609.2；J612 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1008—9667（2015）04—0088—06

一、律管研究之一般

关于古代的律，人们常常见到“钟律”、“管律”和“笛律”等诸多名称，愚以为它们所表示的实则乃是同一种内容——律管。

为什么说钟律、管律和笛律所说的都是律管问题？《晋书·律历志》有言：“《周礼》调乐金石，有一定之声，是故造钟磬者先依律调之，然后施于厢悬。作乐之时，诸音皆受钟磬之均，即为悉应律也。至于飨宴殿堂之上，无厢悬钟磬，以笛有一定调，故诸弦歌皆从笛为正，是为笛犹钟磬，宜必合于律吕。”

《晋书》所说的是，《周礼·冬官（考工记）》中钟师和磬师铸造钟磬，以及钟磬调律的方法。诚然，钟磬的音高相当稳定，但钟磬铸造时却无法确定准确的音高。钟在铸造时可以依据“均钟木”确定大致音高，而精确的音高还得依据“律”。依律调准的钟磬挂在厢悬演奏，其音高当然是稳定而合律的。但在一般场合，演奏不用钟磬。由于笛的音高相对稳定，故而笛就起着钟磬的作用，应该合律。沈约编撰的《宋书·律历志》，以及李淳风依据《宋书》撰写的《晋书·律历志》，其中所载的荀勖“笛律”和依据笛律制作的“泰始笛”，可谓是笛与律紧相结合的典范，其中所阐述的内容，是完全符合今日的音乐声学原理的；弄清其内涵，对于今日箫笛音乐声学理论研究有着深远影响。

“泰始笛”的制作，其十二笛长短所依据的是“律”，校音也靠的是“律”。关于律管，自《吕氏春秋》载，黄帝命伶伦截竹制律始，延绵数千载，却始终难识庐山真貌，甚至有人怀疑古代曾用过律管定律的事实。古代使用律管定律这一铁定事实，有考古发掘、文献记载和律管孓遗可为证。对于文献记载、考古发掘和古代孓遗律管的研究，愚以为尚欠深入。有些问题已撰文阐述，一些未谈及的非三言两语可说清楚，以下略提一二，因本文意在讨论律管的音乐声学问题。

根据文献记载，史前的黄帝曾命伶伦制作十二律，关于伶伦所制定的十二律应该是合律（即合三分损益律）的。因为伶伦制定十二律管所据的凭借听觉判断的“以耳齐声”（四五度相协）的方法，不涉及管口校正的数理计算问题。此后的律管制作，所涉及的问题颇多，乃是本文拟讨论的。

关于考古发掘，倍受人们关注的有两处：一是1972年春，长沙马王堆一号汉墓出土的一套竹质律管；另一处是1986年10月，湖北省博物馆在江陵县雨台山战国中期楚墓中出土的书有律名的竹律管残件。本人在上海闵行博物馆见过雨台山楚墓出土

收稿日期：2015-09-19
作者简介：陈正生（1937—　），江苏南京人。上海音乐研究所音乐学家，研究方向：中国传统音乐。

律管之复制品，根据本人的经验判断（毋须吹奏），其中几支基音是吹不出的。马王堆汉墓出土的律管，本人曾写过《对马王堆一号汉墓出土律管应作进一步研究》，刊《交响》1990年第2期。参加马王堆律管鉴定的三位专家是李元庆、杨荫浏和李纯一三位先生。这套律管，我曾请教过李纯一、黄翔鹏二位先生，李纯一先生向我介绍了鉴定过程中一些细节，黄翔鹏先生则阐述了他的见解，上海博物馆马承源馆长趁出差之际特为我了解律管的保存情况，使我得出鉴定报告欠审慎的结论。

律管的孑遗便是上海博物馆藏存的新莽无射残管。《乐书》卷135“铜律”条载文：“晋武帝时，荀勖校大乐，八音不和，乃作铜律吕以调声韵。”并发出“岂亦祖述汉人遗制欤”的感慨。荀勖铸律之事，见于荀勖之孙荀绰《晋后书》。所谓“汉人遗制”，所指的乃是公元9年（新莽始建国元年）刘歆监制的一套青铜律管。这套律管中的大吕，著录于宋・薛尚功《历代钟鼎彝器款识法帖》。上海博物馆马承源、潘启明根据存留的无射残管进行研究，撰文《新莽无射律管对黄钟十二律研究的启示》，刊载于上海人民出版社1981年7月出版的《上海博物馆馆刊》第一期上。存世的无射残管铭文，与薛尚功所载大吕管的铭文完全相同，与刘歆当年所铸量器的铭文完全相同，因此认定他是刘歆铸造的十二律管之一。该律管内径经万能电子显微镜米字型测得平均值为0.5771厘米。马承源先生的文章，刊载了按照他们的理念复制的十二支律管，十二支律管的管长按三分损益法，内径是黄钟、大吕、太蔟三支为0.693厘米，其余皆为0.5771厘米。文章未刊载十二律管的频率，我多次求教马馆长，问询所制律管的频率，未见答复。愚以为恐怕是因为吹奏出的频率不合律而无以回答——肯定不合三分损益律。

以上所述的是律管研究之一般。原因是律管研究中存在着不少欲待解决的问题，以下拟对基本的问题作点分析。

二、开管与闭管

律管，就是一支两端通洞的管子，自伶伦造律以来就是如此。但是这两端通洞的管子，却有多种不同的吹法，如今更因为人们不接触它而捉摸不透。

我们知道，这两端通洞的管子，用手指掩住末端吹奏——即成为所谓的“闭管”，同不掩末端吹奏——即所谓的开管，所吹奏出来的频率是完全不同的（小于八度），吹奏的难度也大不相同。不掩末端当开管吹奏，口唇掩没吹奏端的多寡，就造成吹奏难度不同，吹出的频率也相差悬殊。那么律管究竟是开管还是闭管，律又该如何吹？统观古代律管，只有朱载堉的异径律管是开管，之前的都该是闭管。

为什么古代律管只有朱载堉所设计的36支异径律管是开管，而其他都是闭管？关于朱载堉所设计的律管为开管，这在他的著作《律学新说·吹律第八》中有明确的说明。他说：“凡吹律者，慎勿掩其下端；掩其下端，则非本律声矣”。吹律时，不掩其下端，那就是开管；掩其下端便成了闭管，当然不会是开管的律声，获得的音高要比开管音低将近八度。说得何其明白！

朱载堉所设计的律管为开管，而其他古代律管为闭管，又有何据？ 1986年，缪天瑞先生曾来信问过此事。实际上我们从朱载堉的《律学新说》中即可找到答案。

《律性新说・吹律第八》中有这样的说明：“尝以新律使人试吹，能吹响者十无一二。因其不响，辄以指掩其下端，识者哂之。虽然，善吹律者亦岂易学哉！盖须凝神调息，绝诸念虑，心安志定，与道潜符，而后启唇少许，吐微气以吹之，令气悠悠入于管中，则其正音乃发。”并一再叮咛：“要持管端直，不可轩昂，上端空围不可以唇掩之，掩之过半，则声郁抑，气急而猛，则声焦煞，皆非其正音。”

朱载堉承认了开管律管吹奏的难度，但强调“慎勿掩其下端”。朱载堉所设计的36支律管，都开有深、宽各一分七厘六的“豁口”，能吹响者尚十无一二，没有“豁口”的律管若当开管吹，能吹响吗？须知，掩没末端吹奏，乃是律管传统的吹奏方法，按照朱载堉所说的吹律方法，是很容易吹响的。

吹律时，为什么“上端空围不可以唇掩之”？这是吹律的关键。原来开管律管上端和下端都有管口校正量，而闭管只有上端有管口校正量，上端口唇掩没多少，影响着管口校正量的大小，也就使律管的频率随着产生变化。上端空围不以口唇掩之，不仅使管端校正量最小，也保证了吹律时频率的稳定。本人通过实际吹奏验证，按照朱载堉所说的吹律方法吹奏没有豁口的律管，掩住末端，不仅极易吹响，而且吹出的声音洪亮，在小气候不变的情况下，吹出的频率相当稳定，真正起到律管定律的作用。

除了上述理由而外，《晋书・律历志》所载荀勖“笛律”，也充分证明律管是闭管。《晋书》在讲述笛子制作时有如下说明：

“黄钟之笛，正声应黄钟，下徵应林钟，长二尺八寸四分四厘有奇”。并有释文“正声调法，以黄钟为宫，则姑洗为角，翕笛之声应姑洗，故以四角之长为黄钟之笛也。其宫声正而不倍，故曰正声”宫音孔（黄钟）的位置是，以宫（黄钟）、角（姑冼）

二律之长，从笛首下度之（往下量），尽律以为孔，并说该孔之音“正而不倍”。在黄钟笛的七音之中，是“宫商正也，余音皆倍也”。

从“泰始笛”的制作实际来看，宫音音孔位置的长度，加上宫角二律之差，便是黄钟律长度之倍，怎么会“正而不倍”？而黄钟笛长为四倍角律姑冼（2.844 尺），怎么会是姑冼之倍，而不是复倍？原来泰始笛是开管，而律管吹奏时是闭管的缘故。由于本人对管律研究和计量学研究存在着不少疑问，故而在复制泰始笛时就是凭借的律管，不仅解决了制作中的众多难题，也证明《晋书》有关荀勖笛律的记载是正确的。

荀勖设计的泰始笛是开管，为制作泰始笛而制作的十二支铜律管，应当作闭管吹奏。

三、同径管与异径管

前文说过，伶伦制作十二律，凭借的是“以耳齐声”——即凭听觉根据四五度相协来制定十二律，它理当属于三分损益律；此时的管律也就无所谓同径、异径。《管子》所载的“五音”，是严格的数理意义上的三分损益律。《管子》所言的三分损益律，是振动实体的长度比。这符合三分损益律的长度比的振动实体，是管还是弦，一直是个困扰人的问题。说它是管，管须作管口校正，这不符合管律的一般规律；说它是弦，不仅存在宫难生下徵的困惑，且黄钟如何确定未做交代，而令人费解。汉代的京房指出“竹声不可以度调”而设计了“均准”，但他对均准的定弦（确定标准音高）却又凭借着律管，从而陷入了自相矛盾之中。

弦律——在弦上进行律的数理计算。由于弦的张力校正可以控制得很小，因此计算出来的结果同理论值所差极其微小；可通过数理计算出来的管长所吹出的音高（频率），同应有的理论值存在着不小的差异。何以会如此？那是因为管律需要进行管口校正，不作校正进行简单的计算，所算出的管长吹奏出来的频率，同理论上的音高必然存在明显的差异。

前文说过，律管是闭管，吹奏时必须掩没末端，因此律管只须对管端进行校正，因此对律管的声学性质的了解，要远比笛箫简单得多得多。律管的管端校正量是比较稳定的，下文将做讨论，但古人却无法认知这一点。据缪天瑞先生说，晋代的杨泉在他的《物理论》中曾提出“以管定音，以弦定律”的主张。《隋书》卷 34 刊有杨泉撰写的《杨子物理论》这一书目，计十六卷。尽管此书系南朝梁代人编辑的，但毕竟时代相近，可惜本人至今未见到。细想杨泉的主张，当是对京房理论的补充与改进。

对于律的研究，除了杨泉“以管定音，以弦定律”的主张而外，管究竟能否用于律学研究，从而找到管律合律之规律？班固《汉书》问世以后，有 23 家为它作注，其中一家就是西晋孟康。孟康在为黄钟、林钟、太蔟三支律管所作的注是：黄钟长九寸、围九分；林钟长六寸、围六分；太蔟长八寸、围八分。从孟康所作的注可以看出，孟康认为黄钟九寸，其余各管可以根据黄钟三分损益算出，而各管的内围为管长的十分之一。这就是后人所说的孟康“异径管律”。

孟康怎么会想到将律管的内围定作管长的十分之一呢？孟康之前的人都是把黄钟定为九寸，径三分——内径为管长的三十分之一；除了管长而外，内径未见提及。如此的十二律管，正如京房所说的“不可以度调”。孟康如此为律管的内径作注，乃是根据“积黍”理论推演而来的。孟康的注，所注的仅是“律度量衡”意义上的律管之间的关系，很少有人注意“律”之间的关系。首先注意它们之间“律”的关系的是朱载堉，朱载堉认定孟康所注的律管“几近于是”；本人在《朱载堉“异径管律”分析》一文中分析了朱载堉评论的正确性。

朱载堉认定孟康所注异径管“几近于是”的原因，是因为孟康的异径管的管长同管径之比同步，而朱载堉的异径管，管长之比为 $\sqrt[12]{2}$ ，而管径之比为 $\sqrt[24]{2}$ 。但朱载堉没有注意到孟康之管为闭管，而他所设计之管为开管。愚以为孟康之管不严格合律，是因为异径管内的声波振动时的黏滞阻尼不完全相等的缘故。这在后文将细作分析。

异径管律之所以比同径管律合理，那是因为尽管无论同径管还是异径都得进行校正，找到合适的校正量才能合律，而异径管的校正量比较易找的缘故。

明确坚持同径管、狠批朱载堉异径管的是康熙帝。康熙帝还提出了离奇的“十四律”。杨荫浏先生对“十四律”的批评是中肯的。他说：“（康熙帝）要反对朱氏‘密律’，而坚持三分损益律；又要反对朱氏的异径管律，而坚持同径管律。但同径管律的误差早已被朱氏说穿了；他一方面改头换面，把朱氏的实验结果，据为己有，另一方面，又挖空心思，想出极为离奇的办法，以维护其同径管律的不变成见”。

让我们来看看康熙十四律的理论。《律吕正义·上编》卷一“审定十二律吕五声二变”一节中，细载了康熙十四律的理论：“间尝截竹为管详审其音，黄钟之半律不与黄钟合，而合黄钟者为太蔟之半律，则倍半相应之说在弦音而非管音也明矣。又黄钟为

宫，其徵声不应于林钟，而应于夷则，则三分损益宫下生徵之说在弦度而非管律也明矣。是知古圣人审定律吕，阴阳各六，阳则为律、阴则为吕，意固有在矣。孟子曰：‘不以六律，不能正五音’，郑康成《大司乐注》：‘六律合阳声，六吕合阴声’，《国语》以‘六吕’为‘六间’，非阴阳分用之证耶？《吕氏春秋》以三寸九分之管为声中黄钟之宫，非半太蔟合黄钟之意耶？是以即阴阳之各分者言之，则阳律从阳，阴吕从阴，各成一均而不相紊。故今所定黄钟为首音宫声，次太蔟为二音以商声应，姑洗为三音以角声应，蕤宾为四声以变徵应，夷则为五音以徵声应，无射为六音以羽声应，半黄钟为七音以变宫声应，此阳律之五声二变也。至半太蔟为清宫而与黄钟应，则阳律旋宫之义见焉。”

以下让我们来看看朱载堉有关律管实验的说明，以便于同康熙的律管“实验”对照，以窥康熙“律管实验”之实质。

朱载堉为了验证同径管律的不合律，特记下了他的律管试验。朱载堉在《律学新说·密率求周径第六》中写道：“臣初未详何者为是，既而命工依彼围径皆同之说制管吹之，以审其音。林钟当与黄钟、太蔟和而不相和；南吕当与太蔟、姑洗相和亦不相和；黄钟正、半二音全不相应而甚疑焉。或至终夜不寝，以思其故。久而悟曰：律管长者其气窄而声高，律管短者其气宽而声下。是以黄钟折半之管不能复与黄钟相应，而下黄钟一律也。大抵正半相较，半律虽清而反下，正律虽浊而反高，岂不以其管短气宽也哉？盖由围径不得自然真理故耳！夫律管修短既各不同，则其空围亦当有异。”

从朱载堉所说的律管实验的记叙，不难看出康熙之“实验”乃是来自朱载堉的律管实验的“翻新”。朱载堉认为黄钟正律与大吕半律相应，略差不远，康熙则说黄钟正律与太蔟半律相应，并以《吕氏春秋》伶伦作律之三寸九分来证实太蔟半律与黄钟正律相应的根据。用今日的音分值来考量黄钟正律与太蔟半律的音分值，超出1300音分，怎么相应？

至于康熙十四律的实质，那是很滑稽的。管之所以不同于弦，是因为管需要作管口校正以后才能合律。请看康熙十四律的阳律七律与阴吕七吕，其难圆其说之处立现：

康熙阳律七音列表：

律名	黄钟	太蔟	姑洗	蕤宾	夷则	无射	半黄钟
音名	宫	商	角	变徵	徵	羽	变宫

瞧，十四律中的宫音至变徵四音，完全与弦律等同，毋须校正？而徵音至变宫却完全差了一律，弦律与管律之差异果真若此？阴吕七音之荒谬与阳律七音同。当然，康熙十四律的问题尚多，例如康熙之管究竟是开管还是闭管，开了豁口后又该怎么吹，这些涉及律的重要问题，《律吕正义》中只字未提及。

从以上的分析可知，康熙十四律以及他的律管实验都是伪科学——是对朱载堉“异径管律”实验的篡改。可近年来仍然有一些专家在努力发掘康熙十四律的“科学性”，这些专家对笛律了解的深度就可想而知了。

康熙的管律“理论”何以会受到群臣的赞赏？这不仅因为康熙既掌握着皇权，康熙对笛律的议论更多的是诡辩，更何况群臣又能有几个懂律——何况又是难以验证的笛律？

崇尚皇权的实例，以清人何梦瑶的《赓和录》最具代表性。何梦瑶在撰写《赓和录》时，为获得曹廷栋的《琴学》一书而十分高兴。他在序言中写道：“兹得曹书参核，真快事也。其术规恍蔡（元定）书，分内外二篇，折衷前贤琴论，其说甚辩，而于《正义》，似有未合者。《正义》本《管子》、《淮南子》之说，以琴三弦为宫，而曹以一弦为宫；管律生声之理，《正义》谓，气旋折出至管口即得声，而曹谓，出管口尚须加分乃得声”。瞧，曹廷栋对于“管律生声之理”，同“惯量说”竟出一辙！何梦瑶获得《琴学》的时间是乾隆辛未年，当是乾隆十六年（1751年），乃是瑞利（Lord Rayleigh）出生之前90年。当然，曹廷栋撰写《琴学》一书应当更早一点，瑞利也不可能生下来就进行学术研究。由此可见，曹廷栋的这一说法的提出，要比瑞利早百年以上。

实际上欲求得“竹声度调”（合律）的规律，无论是在同径管上或是异径管上，都能找得到：异径管律是通过管径的改变以求得合律的规律，同径管律则是通过合理地改变律管的长度以求得合律的规律。

律管究竟怎样才能合律？我们知道，按照生律法计算出来而不加以校正的律管，是不会合律的，若是按照生律法计算出的气柱却该是合律的。气柱同管长之间所差的是管口校正量，据物理学家研究，管口校正量同管径之比为常量；据本人实验证实，管径对影响律管频率的声波速度又有着重要影响。当我们厘清这些问题以后，并求得准确的物理论以后，问题就可迎刃而解了。

四、律管频率公式

黄钟正律的音高，历来备受人们关注。科学发展到今日，人们对于黄钟正律的真实音高就更加注目。如今人们早已习惯用频率来标志音高，对黄钟已不太介意。用频率来标志音高，就同用公尺来标

志长度一样，具有绝对性。古代的欧洲有没有绝对音高意义上的标准音，恐怕是无从考据的；可我国古代就有关于绝对音高的记载——用黄钟正律管按照规定吹律方法吹奏出来的稳定音高（频率），这该是毋庸置疑的。

现代物理学的进展，人们就自然想到通过数理计算（即频率计算公式）来求得古代黄钟正律的音高，并希冀求得管乐器（例如箫笛）的频率计算公式。1922 年夏，刘天华先生就去信巴黎，向其胞兄刘复先生征询管乐器音律的计算方法。1924 年 1 月 10 日，刘复先生给刘天华先生的复信中，对传统箫笛制作方法进行了批评。观其意似乎在批评制作师的墨守成规，实则是对物理学家无意这一课题研究的无奈。信中提到了“闭管”和“开管”的概念，“开管”和“闭管”概念的提出，先后引入了律管和箫笛制作公式的推导。

首先公布应用律管频率计算公式获得历代黄钟正律音高的，是杨荫浏先生。他将根据律管频率计算公式所算得的结果，刊列在他的著作《中国音乐史纲》中。此后这“历代黄钟正律音高”就常被音乐学家们引用，用来作为研究、鉴定各个朝代音乐实践的标准。杨先生在《中国音乐史纲》中所列的“历代黄钟正律音高”，能否作为历代音乐实践的标准音？笔者认为，用此公式计算出的频率不可信！这不仅是因为杨荫浏先生在以后的著作中再未提及过这些频率；更值得注意的是，杨先生所列的这些频率，并不是实测出来的，而是运用律管频率公式计算出来的。杨先生是否会在以后的实验过程中发现其疏漏也未可知。

关于杨荫浏先生所应用的律管频率计算公式，本人至今尚未找到杨先生有关这一公式的说明。但是通过物理声学的推导，多方面的验算，还是找到了这一公式；应用这一公式来计算“历代黄钟正律音高”，与《中国音乐史纲》中所列一一对照，丝毫不差。随后通过律管的验证得出结论，由于律管的频率计算公式不完善，故运用这一律管频率计算公式计算出的历代黄钟正律音高不可信！

现将律管频率计算公式，以及验证其不完善的方法简述于下，并提出完善的方法，希冀物理学家和有条件完善的人能补足其不足。

杨先生所运用的律管频率计算公式是：

$$f = \frac{C_0 + \alpha t}{4(L + \frac{5}{3}d)} \quad ①$$

式中的 f 为律管频率；C_0 为摄氏 0 度时一个标准大气压下的声波速度，物理学家给出的数值是 330.45 米 / 秒，后又有人证实是 330.29 米 / 秒；α 为气温每升高一度时声波的增速，据专家测算为 0.61 米 / 度；L 为律管长度；d 为律管的内径；$\frac{5}{3}d$ 为律管的管端校正量。

由此可知此公式的表述是：频率同声波速度成正比，同气柱长度成反比。前文述及，律管是闭管，因此吹奏端是波腹，末端是波节，因此气柱长为四分之一波长。杨先生在计算律管频率时的温度，选择为 $15C^0$ 时的声波速度。

要知道凭借以上律管频率计算公式所算出律管频率是否可靠，就必须对上述推导出的计算公式进行分析和验证。

要验证以上律管频率计算公式有困难，那是因为公式中的声波速度和管端校正量都需要验证。分子、分母都有未知数，根据这公式计算出的频率是否正确，该如何验证，也该算是个不小的难题。思之再三，总算找到了验证方法。

验证时可以认定小气候条件没变，声波速度没变，设定其管端校正量相同，$\frac{5}{3}d$ 简化成 δ，公式①便可以推演出以下等式：

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{L_1 + \delta}{L_2 + \delta}$$

上述公式可以衍化成音程公式：L_2=（L_1+ δ）− δ（k 为生律法）②

此公式很有用处，本人就是运用此公式校验律管频率计算公式的。验算的过程当然是先验证律管音程公式中的 δ。验证的方法是，选取两种内径相差悬殊的管，认定 $\delta = \frac{5}{3}d$ 可信，并将它代入律管音程公式算出两对管各自的实际长度，然后吹律校验。本人校验的结果是，按照音程公式算出并截取的两对同径管吹出的音程，都是合律的。之所以说它合律，按照四、五度气柱的长度减去管端校正量截取的管长，吹出的律是符合音程要求的。这说明音程公式中的管端校正量是可信的。

至于验证的严密性，应该说误差很小，在允许的范围之内，而误差是在所难免的。例如 1930 年起，刘复先生历时一年多对天坛编钟、编磬的音律进行了鉴测。为了保证鉴测的准确性，用了三架“准”，分别由沈仲章、杨筱莲和曹安和三位操作，并由郑颖荪先生调度，可谓周密。鉴定时，依据三个准的弦长算出振动数，并求出平均值。何以三人所测的频率会不一致？这是因为钟磬撞击出的音响同弦发

出的音响存在着音色差，这是影响音高测定的因素之一。其次，钟磬所发之音若与均准的音区相差比较大，也会造成误差。即使钢琴，中音区的八度频率比是 2:1，高音区要稍大于 2:1，低音区稍小于 2:1. 这是听觉的错觉造成的；钟磬也一样。此外，弦在按音时可以把张力校正控制得很小，使它趋向于零，但绝不可能等于零。正因为如此，本人深信自己的鉴测能力必逊于先贤，必会有误差。如何才能避免误差？那只有在恒温的条件下，通过仪器直读。若此，不仅可以验证管端校正量，并可以求得比较准确的管端校正量的值。

随后仍然运用律管音程公式，用不同管径的管算出具有一定音程值的两支管，分别吹奏。笔者检测的结果是，此时两支管吹出的音程，同计算的音程绝不一致——两支管内径差越大，误差越大！这能说明什么？管端校正量不可信？若管端校正量不可信，为什么同径管的计算能符合预算的音程，而异径管则不能？试想，在律管频率计算公式中，当管长一定，温度一定，影响频率的只有管端校正量和声波速度了。当管端校正量一定时，影响频率的只有声波速度；温度一定时，影响声波速度的，只有管中气柱振动时的黏滞阻尼。

由此，本人的推测是：管径不等，管中气柱振动时的黏滞阻尼理应不等，尽管气温未变，管中的声波速度不等。由此本人又联想到，若管子的内径不等而造成声波速度不等，那管子中的声波速度就不应该采用大气（自由空间）中的声波速度。若我们能求得准确的管端校正量和律管中声波速度，我想，应该能求得可信的律管频率计算公式。

若能推导出闭管律管的一般频率公式，理当能推导出开管律管的频率计算公式。若能推导出开管律管的一般频率公式，只要厘清开管律管的管端校正量同箫管的管端校正量的差别，就应该能推导出洞箫基频（筒音）的计算公式，并从洞箫的基频公式推导出笛子的基频公式。说说简单，可推算好验证起来绝不会这么简单，但只有想到，才有实现的可能。

（责任编辑：王晓俊）

C Minor is an Issue

Han Zhongen

Abstract
In the 2nd semester of the 2014-2015 academic year graduate students in the musicology, music criticism, and contemporary music majors from the Shanghai Conservatory of Music participated in a workshop with "C Minor" As the subject. Discussing c minor as an issue requires close attention paid to the tonality in a narrow sense. The origin of pathos found in the first symphony in c minor by Brahms comes from the western music history and 18th and 19th centuries.

Key words
c minor, structural power of the sound, expression of the tonality

Studies on the Guan Lu

Chen Zhengsheng

Abstract
It is achievable to produce an absolute pitch when playing the lu guan in a stable atmosphere. Using the lu to unify the absolute pitches in musical activities is an ancient Chinese innovation. However, worrisome questions remain until today regarding research in this field. The modern method of using frequency as the indicator for absolute pitch makes the lu obsolete but the value of the latter is still valid for research work on the ancient music history as well as the flute family instruments.

Key words
zhong lu, guan lu, di yu, open pipe, closed pipe, frequency format

Opening the "Dead Tie" of When the Gentleman Will Come Again

Li Yan

Abstract
Since its debut around 1936-1937 the popular song When the Gentleman Will Come Again (He Ri Jun Zai Lai) received its highest courtesy on July 22, 2015 during the 110th anniversary of the birth of its composer, Liu Xuean. But before the year 2000 the song had been labeled as a "yellow song" (a song with sexual undertone), sometimes even as a "traitor song". For a long time When the Gentleman Will Come Again could be sung only in private parties and KTVs and virtually unheard on official stages and concert halls. The numerous reviews and criticism is a cultural phenomenon worth good efforts of research.

Key words
When the Gentleman Will Come Again, milestone, above political interest

The Set-up and Function of the Mixed Orchestra in Modern Peking Operas

Zhuang Yongping

Abstract
The creation of the mixed Chinese-Western orchestra appeared in Peking operas in the mid-1960s was a pioneering move in the development of Chinese folk operas. It was a revolution in a true sense for Chinese music. The orchestra combines rigorous organizational concept with the main characteristics of the various Chinese folk instruments to achieve the best and unique color and expressive power. It has been a symbol of the reform of the Peking opera and a model for the development of the traditional Chinese orchestra.

Key words
modern Peking opera, mixed Chinese-Western orchestra, organization

Introduction to the Research on the "Migrant Workers Songs"

Shi Yong

Abstract
Since the 1989 migrant workers wave there have been considerable amount of songs written by amateur composers within the workers and by professional musicians and many of the songs have been popular inside the mass group. These songs reflect the different aspects of life of the workers and have an important social significance.

Key words
migrant worker's songs, social significance, expression of the theme, musical shape